

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.3.2004

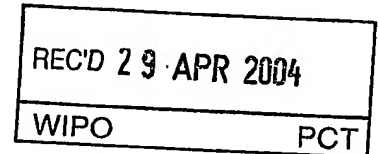
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月14日

出願番号
Application Number: 特願2003-070667
[ST. 10/C]: [JP 2003-070667]

出願人
Applicant(s): 日産自動車株式会社

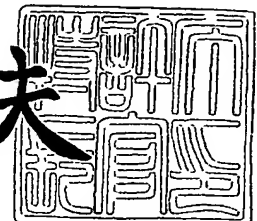


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-01604

【提出日】 平成15年 3月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 麻生 剛

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 熊田 光徳

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されて発電する燃料電池と、前記燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、電力の充放電をする二次電池と、

前記燃料電池で発電した発電電力を前記燃料電池の発電に必要な補機に供給して消費させると共に前記二次電池に供給して充電させ、前記二次電池を放電させて前記補機に供給する電力分配手段と、

システムの起動時に、前記燃料電池の発電電力を、前記補機及び前記二次電池に供給するように前記電力分配手段を制御する処理と、前記燃料電池の発電電力及び前記二次電池の放電電力を、前記補機に供給するように前記電力分配手段を制御する処理とを繰り返して、前記燃料電池及び前記二次電池を暖機させる制御手段と

を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 前記制御手段は、前記燃料電池の発電電力を、前記燃料電池の発電可能電力より低くし、且つ前記補機で消費される消費電力と前記二次電池の充電可能電力との和の電力よりも低くすることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記燃料電池の昇温速度及び前記二次電池の昇温速度を検出し、前記二次電池の昇温速度よりも前記燃料電池の昇温速度が高い場合には、前記二次電池の放電電力を増加させると共に前記燃料電池の発電電力を減少させ、前記燃料電池の昇温速度よりも前記二次電池の昇温速度が高い場合には、前記燃料電池の発電電力を増加させると共に前記二次電池の放電電力を減少させることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 前記制御手段は、前記燃料電池の発電電力を、前記二次電池の充電状態に応じて制限することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記二次電池を放電させるときの前記燃料電池の発電電力の最小値を、前記補機で消費される消費電力と前記二次電池の放電可能電力との電力差よりも高く制限し、前記放電可能電力が前記補機で消費される消費電力よりも高い場合には前記燃料電池からの発電電力の取り出しを停止するように前記電力分配手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】 前記制御手段は、前記放電可能電力が前記補機で消費される消費電力よりも高い場合には、前記二次電池の放電電力を制限するように前記電力分配手段を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記燃料電池の発電電力の増減を大きくするように前記二次電池の充電率の目標値を設定することを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 4 に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】 前記制御手段は、前記二次電池の充電率が目標上限値となったことに応じて、前記燃料電池の発電電力を前記補機で消費される消費電力と前記二次電池の放電可能電力との電力差よりも高い範囲で減少させ、前記放電可能電力が前記補機で消費される消費電力よりも高い場合には前記燃料電池の最低発電電力を前記燃料電池から取り出すことを特徴とする請求項 7 に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】 前記制御手段は、前記二次電池の充電率が目標下限値となったことに応じて、前記燃料電池の発電電力を、前記補機で消費される消費電力と前記二次電池の充電可能電力との和の電力よりも低い範囲で増加させることを特徴とする請求項 7 に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】 前記制御手段は、前記補機で消費される消費電力を、前記燃料電池を発電させるのに最低限必要となる消費電力より高くすること特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 11】 前記制御手段は、前記燃料電池に供給する酸化剤ガスの圧力及び流量を増加させるように前記酸化剤ガス供給手段の消費電力を増加させて、前記補機で消費される消費電力を増加させることを特徴とする請求項 10 に記載の燃料電池システム。

【請求項 12】 前記燃料電池に冷却水を通過させると共に、冷却水の温度調整をするラジエータ及び冷却用ファンを有し、前記ラジエータに対して冷却水をバイパス可能な冷却水系を更に備え、

システムの起動時には、前記制御手段は、前記冷却水を前記ラジエータからバイパスさせた状態にし、前記冷却用ファンの消費電力を増加させて、前記補機で消費される消費電力を増加させることを特徴とする請求項 10 に記載の燃料電池システム。

【請求項 13】 前記制御手段は、前記補機で消費される消費電力を増加させるに際して、前記補機で消費される消費電力を、前記二次電池の放電可能電力と前記燃料電池の発電電力との和より低くすることを特徴とする請求項 10～請求項 12 の何れかに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば車両に搭載されて、車両の駆動モータや燃料電池発電用の補機等の負荷に電力供給をするための燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、燃料電池システムの起動時において、燃料電池などが低温状態であっても、駆動モータ等の負荷や補機に正常に電力を供給する技術が下記の特許文献 1 などにて知られている。

【0003】

この技術は、燃料電池が低温で過大な電力を発電した際に燃料電池の出力電圧低下を抑制するために、システムの起動時では、二次電池に充電された電力を負荷である駆動モータに供給し、燃料電池を低出力で発電させて低電流で駆動可能な負荷や補機に限って電力供給をしている。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 9-231991 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の技術にあっては、二次電池に貯蔵されているエネルギー量には限りがあり、負荷である駆動モータに十分な電力供給ができない恐れがある。すなわち、燃料電池が低温な状況であるときには二次電池の温度も低温である事が十分想定されるため、燃料電池と同様に、二次電池の出力特性が低下している恐れがあり、負荷に十分な電力を供給できない場合も考えられる。

【0006】

また、従来の技術では、システムの起動時に、燃料電池の発電量を低く抑えているので、燃料電池の暖機時間が長時間となる可能性もある。

【0007】

そこで、本発明は、上述した実情に鑑みて提案されたものであり、システムの起動時において、システムを効率的に暖機して暖機時間を短時間とすることができ燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明では、燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されて発電する燃料電池を発電させるために、前記燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、電力の充放電をする二次電池と、前記燃料電池で発電した発電電力を前記燃料電池の発電に必要な補機に供給して消費させると共に前記二次電池に供給して充電させ、前記二次電池を放電させて前記補機に供給する電力分配手段とを有する。

【0009】

そして、この燃料電池システムでは、制御手段により、システムの起動時に、前記燃料電池の発電電力を、前記補機及び前記二次電池に供給するように前記電力分配手段を制御する処理と、前記燃料電池の発電電力及び前記二次電池の放電電力を、前記補機に供給するように前記電力分配手段を制御する処理とを繰り返して、前記燃料電池及び前記二次電池を暖機させることで、上述の課題を解決する。

【0010】

【発明の効果】

本発明に係る燃料電池システムによれば、システム起動時に、燃料電池の発電電力を補機及び二次電池に供給して二次電池を充電させる動作と、二次電池を放電させて燃料電池及び二次電池から電力を補機に供給する動作とを繰り返すことにより、燃料電池を発電させて自己発熱により昇温させると共に、二次電池の充放電を繰り返して自己発熱により昇温させることができ、燃料電池及び二次電池の暖機を効果的に行って暖機時間を短時間とすることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0012】

[燃料電池システムの構成]

本発明は、例えば図1及び図2に示すように構成された燃料電池システムに適用される。この燃料電池システムは、図1及び図2に示すように、燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されることにより発電する燃料電池スタック1を備える。この燃料電池スタック1は、図2に示すように、固体高分子電解質を挟んで水素極1aと空気極1bとを対設した燃料電池セル構造体をセパレータで挟持し、セル構造体を複数積層して構成されている。本例においては、燃料電池スタック1に発電反応を発生させるための燃料ガスとして水素ガスを水素極1aに供給すると共に、酸化剤ガスとして酸素を含む空気を空気極1bに供給する燃料電池システムについて説明する。

【0013】

この燃料電池システムでは、燃料電池スタック1を発電させるに際して、図1に示すように、水素供給部2により、水素極1aに水素ガスを供給すると共に、空気供給部3により、空気極1bに加湿した空気を供給する。

【0014】

水素供給部2は、図2に示すように、水素供給管L1に、水素タンク11、水素圧力調整弁12、イジェクタ13が設けられて構成されている。この水素供給

部 2 では、水素タンク 11 に水素を貯蔵しておき、水素圧力調整弁 12、イジェクタ 13 を経由して、水素ガスを水素極 1a に供給する。また、水素極 1a から排出された未使用の水素は、水素供給部 2 を構成する水素循環管 L2 を介してイジェクタ 13 に戻され、エゼクタポンプ 11 によって再度水素極 1a に循環される。

【0015】

このとき、制御部 8 は、水素圧力調整弁 12 の動作を制御するアクチュエータ 14 を制御することで水素圧力調整弁 12 の開度を調整して、水素極 1a に供給する水素圧力を調整する。また、この燃料電池システムでは、水素極 1a の水素排出側に図示しない水素パージ弁等が設けられており、制御部 8 により、当該水素パージ弁が必要に応じて開状態にされる。

【0016】

空気供給部 3 は、図 2 に示すように、空気供給管 L3 に、コンプレッサ 15 が設けられて構成されている。この空気供給部 3 は、コンプレッサ 15 が制御部 8 により制御されることで、大気をコンプレッサ 15 により加圧して燃料電池スタック 1 の空気極 1b に供給させる。このとき、制御部 8 では、コンプレッサ 15 と接続されたコンプレッサモータの回転数あるいはトルクを制御すると共に、空気極 1b の空気排出側に設けられた図示しない空気調圧弁の開度を制御することにより空気極 1b に供給する空気流量及び空気圧力を調整する。

【0017】

また、燃料電池システムは、燃料電池スタック 1 の温度を調整するために冷却水を燃料電池スタック 1 内に循環させるための冷却水用配管 L4 を備え、当該冷却水用配管 L4 に、冷却水供給ポンプ 16、三方弁 17、ラジエータ 18 及びラジエータ冷却ファン 19 を備えている。この燃料電池システムでは、燃料電池スタック 1 に発電をさせるに際して、制御部 8 により、冷却水供給ポンプ 16 を駆動して冷却水を循環させ、ラジエータ冷却ファン 19 の回転数や三方弁 17 の動作を制御し、冷却水温度を適性温度にする。

【0018】

更に、この燃料電池システムでは、燃料電池スタック 1 の状態を検出するため

に、燃料電池スタック 1 の出力電流を検出する電流センサ 20、燃料電池スタック 1 の出力電圧を検出する電圧センサ 21、燃料電池スタック 1 の温度を検出する温度センサ 22 を備える。

【0019】

この燃料電池システムでは、燃料電池スタック 1 を発電させるに際して、制御部 8 により、各センサ 20～22 からのセンサ信号を読み込んで現在の燃料電池スタック 1 の温度、出力電流値及び出力電圧値を認識し、目標とする発電量となるように水素ガス圧力及び水素ガス流量、空気圧力及び空気流量することで、燃料電池スタック 1 の発電状態を制御する。

【0020】

このような燃料電池システムにおいて、燃料電池スタック 1 で発電された電力は、電力分配部 4 に供給される。この電力分配部 4 は、制御部 8 により制御されて、燃料電池スタック 1 からの発電電力を負荷 5 や加熱装置 6、補機に供給すると共に、必要に応じて二次電池 7 を放電させて負荷 5 や加熱装置 6、補機に供給する。また、この電力分配部 4 は、制御部 8 により制御されて、燃料電池スタック 1 の発電電力を二次電池 7 に充電させる。このように電力分配部 4 により充放電が制御される二次電池 7 は、その SOC (State Of Charge: バッテリ充電率) や温度がバッテリーセンサ 23 により検出される。

【0021】

本例において、負荷は、車両駆動させるトルクを発生させるための駆動モータ、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 を昇温可能な加熱装置 6 であり、補機は、コンプレッサ 15 や冷却水供給ポンプ 16、ラジエータ冷却ファン 19、電力分配部 4 内のインバータや制御部 8 等の燃料電池スタック 1 を発電させるために必要な機器である。

【0022】

制御部 8 は、上述した燃料電池システムの各部を制御するために、図示しないメモリに制御プログラムを記憶し、当該制御プログラムを実行することで、燃料電池スタック 1 の発電状態を制御すると共に、負荷や補機に供給する電力を制御するように電力分配部 4 を制御する。特に、制御部 8 では、燃料電池システムを

起動するに際して、制御プログラムを実行することで、燃料電池スタック 1 を発電させることで自己発熱をさせると共に、二次電池 7 の充放電を複数回繰り返して二次電池 7 を自己発熱させることにより、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 から負荷 5 に安定した電力を供給可能とする起動制御処理を実行する。

【0023】

[第 1 暖機制御処理]

つぎに、上述したような燃料電池システムにおいて、制御部 8 により、燃料電池スタック 1 を発電開始させて負荷 5 を駆動するときの第 1 起動制御処理について図 3 のフローチャートを参照して説明する。

【0024】

この第 1 暖機制御処理は、例えば制御部 8 に燃料電池スタック 1 を発電開始させる命令が入力されることで開始される。そして、制御部 8 では、ステップ S 1 〜ステップ S 2 2 までの処理を実行して、ステップ S 3 にて燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の暖機が必要でないと判定した後に、通常運転モードに移行する。

【0025】

まず、制御部 8 により、燃料電池スタック 1 の発電可能電力を演算すると共に（ステップ S 1）、二次電池 7 の放電可能量を演算する（ステップ S 2）。

【0026】

すなわち、燃料電池スタック 1 は、温度によって出力特性が変化し、低温においては発電反応能力が低下するので、出力電圧が高温時より低下する傾向がある。そこで、制御部 8 では、温度センサ 2 2 からのセンサ信号を読み込んで燃料電池スタック 1 の温度を検出し、検出した温度に応じた燃料電池スタック 1 の発電可能電力を算出する。このとき、制御部 8 では、予め実験等により求めておいた燃料電池スタック 1 の温度に対する発電可能電力を記述したマップデータを記憶しておいて参照しても良く、更には、燃料電池スタック 1 の温度に対する電流－電圧特性を表現した演算式を使用しても良い。

【0027】

なお、燃料電池スタック 1 の温度は、図 2 に示したように直接燃料電池スタッ

ク 1 から検出する場合のみならず、燃料電池スタック 1 の冷却水の温度を検出しても良い。また、燃料電池システムは、燃料電池スタック 1 の発電を停止してから時間を計時し、停止してから十分時間が経過した場合には、外気温度を燃料電池スタック 1 の温度として用いても良い。

【0028】

また、二次電池 7 についても燃料電池スタック 1 と同様に、低温においては、反応が十分行われなない恐れがあり、放電可能な電力が減少する。また、二次電池 7 は、充電状態（SOC：充電率）によっても放電可能な電力が変化し、すなわち SOC が高い場合には放電可能量が大きく、SOC が低く放電が進んでいる場合には放電可能量が減少する。そこで、ステップ S 2 では、制御部 8 によりバッテリセンサ 23 からのセンサ信号を読み込むことで、二次電池 7 の温度及び SOC を検出して、二次電池 7 の放電可能量を演算する。このとき、制御部 8 は、予め実験等により求めておいた二次電池 7 の温度及び SOC に対する放電可能量を記述したマップデータを記憶しておいて参照しても良く、更には、二次電池 7 の温度及び SOC に対して放電可能量を求める演算式を使用しても良い。

【0029】

次のステップ S 3 においては、制御部 8 により、ステップ S 1 にて演算した燃料電池スタック 1 の発電可能電力と予め設定した所定値とを比較すると共に、ステップ S 2 にて演算した二次電池 7 の放電可能量と予め設定した所定値とを比較することで、ステップ S 11 以降の暖機モードに移行するか否かを判定する。このとき、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 の発電可能電力が所定値よりも低い場合、且つ二次電池 7 の放電可能量が所定値よりも低い場合に、ステップ S 4 に移行し、そうでない場合には処理を終了して通常運転モードに移行する。

【0030】

ここで、燃料電池システムにおいて必要な電力は、駆動モータや加熱装置 6 の負荷や、アクチュエータや各種センサ、制御部 8 の電源、コンプレッサ 15 等の補機に必要な電力の総和であって、各負荷や補機によっては要求される最大電力に下限値が設定される場合がある。例えば、負荷 5 及び補機に電力供給を開始した後、当該負荷 5 及び補機に必要な電力が補機からの要求に応じて変化し、燃料

電池スタック 1 及び二次電池 7 から負荷 5 及び補機が要求する電力を供給できない場合、燃料電池システムや負荷制御に不都合が生じることがある。

【0031】

したがって、燃料電池スタック 1 や二次電池 7 の電力供給側は、負荷 5 及び補機が要求する最大電力を供給可能な状態であることが必要とされる。そこで、ステップ S 3 においては、制御部 8 により、負荷 5 及び補機が必要とする最大電力が、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 から供給可能か否かを判定し、供給可能であると判定した場合にはステップ S 1 1 以降の暖機モードには移行せず、負荷 5 及び補機が要求する電力を供給する通常運転モードに移行する。これに対し、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 から負荷 5 及び補機が必要とする最大電力が供給できないと判定した場合には、ステップ S 4 に処理を進めて燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の暖機を行って、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 を負荷 5 及び補機が要求する最大電力が供給可能な状態にする制御をする。

【0032】

次のステップ S 4 においては、制御部 8 により、ステップ S 3 にて負荷 5 及び補機が要求する最大電力の供給を燃料電池スタック 1 が対応できないので、バッテリーセンサ 2 3 からのセンサ信号から二次電池 7 の温度及び SOC を認識することで、二次電池 7 の温度及び SOC の状態を判定して、二次電池 7 に暖機が必要か否かを判定する。すなわち、制御部 8 では、二次電池 7 の温度が負荷 5 及び補機に必要な電力を放電するのに充分高い温度となっていないと判定した場合には、二次電池 7 の暖機が必要であると判定して、ステップ S 1 1 から開始される暖機モードに処理を進める。一方、制御部 8 では、二次電池 7 の温度が負荷 5 及び補機に必要な電力を放電するのに充分高い温度となっているが、SOC が低いために負荷 5 及び補機に必要な電力が放電できない状態である判定した場合には、ステップ S 5 以降の充電モードに処理を進める。

【0033】

ステップ S 5 においては、ステップ S 4 の判定により二次電池 7 の SOC を上昇させることで負荷 5 及び補機に必要な電力が供給可能であるので、制御部 8 に

より、二次電池 7 の充電が必要か否かを判定する。制御部 8 では、二次電池 7 の充電が必要でないと判定した場合には、充電モードを終了して通常運転モードに移行して負荷 5 及び補機に要求される電力を供給する状態に移行する。一方、制御部 8 では、二次電池 7 の充電が必要と判定した場合にはステップ S 6 に処理を進めて、二次電池 7 の充電を行う制御に移行する。

【0034】

ステップ S 6 においては、制御部 8 により、バッテリーセンサ 23 からのセンサ信号に応じた温度及び SOC 等に基づいて、二次電池 7 が受け入れ可能な充電量（充電可能量）を演算する。このようにバッテリーセンサ 23 からのセンサ信号を参照するのは、二次電池 7 に放電させる場合と同様に、二次電池 7 の充電可能量が温度や SOC 等に応じて変化するためであって、現在の二次電池 7 の状態に基づいて充電可能な電力を演算する必要があることによる。これにより、二次電池 7 が受け入れ不能な過剰な電力を供給することによる過充電や、燃料電池スタック 1 にて発電した電力が二次電池 7 に充電されないために、消費されずに余ってしまうなどの不都合を解消させる。

【0035】

次のステップ S 7 においては、制御部 8 により、補機の消費電力を演算する。このとき、制御部 8 では、各補機の動作状態に応じて消費電力を演算することになるが、例えば冷却水供給ポンプ 16 の消費電力を、現在の流量指令等から算出する。

【0036】

次のステップ S 8 においては、制御部 8 により、コンプレッサ 15 の消費電力を演算する。ここで、燃料電池スタック 1 に供給する空気の圧力及び流量は、燃料電池スタック 1 に要求される発電量に応じて変化させるため、制御部 8 では、ステップ S 6 にて演算した二次電池 7 の充電可能量とステップ S 7 にて演算した補機の消費電力とから、燃料電池スタック 1 に要求される発電電力を推定し、推定した発電電力に応じた空気圧力及び空気流量からコンプレッサ 15 の運転状態を求めて、コンプレッサ 15 の消費電力を求める。

【0037】

なお、このステップ S 8 において制御部 8 は、ステップ S 1 と同様の演算により求められる燃料電池スタック 1 の発電可能電力を上回らないように、推定する燃料電池スタック 1 の発電電力の上限値を制限する。また、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 の発電電力を推定する際に、予めコンプレッサ 15 の消費電力を考慮しても良い。すなわち、実際負荷に供給される電力は、燃料電池スタック 1 の発電電力からコンプレッサ 15 の消費電力を差し引いた残りとなるので、燃料電池スタック 1 の発電量の算出において、二次電池 7 の充電電力と負荷の消費電力に加えて、コンプレッサ 15 の消費電力を加算する。これにより、燃料電池スタック 1 の発電量を管理する精度を向上することが可能となる。更に、コンプレッサ 15 の消費電力は、制御部 8 の制御プログラムを実行して前回の起動制御処理にて算出された値を使用しても良く、更にはコンプレッサ 15 の消費電力を測定する検出部を設けて、検出値を使用しても良い。

【0038】

次のステップ S 9 においては、制御部 8 により、ステップ S 6 にて求めた二次電池 7 の充電可能量と、ステップ S 7 にて求めた補機の消費電力と、ステップ S 8 にて求めたコンプレッサ 15 の消費電力とから、燃料電池スタック 1 の発電電力を演算し、燃料電池スタック 1 の発電量を制御する。

【0039】

これにより、ステップ S 10 では、制御部 8 により、ステップ S 6 にて演算した二次電池 7 の充電可能量の電力を、二次電池 7 に充電させるように電力分配部 4 を制御して、二次電池 7 の充電が行われる。

【0040】

このようなステップ S 5 ～ステップ S 10 の充電モードにおける処理は、ステップ S 5 にて充電が必要と判定される毎に、予め定められた周期にて実行され、負荷 5 及び補機に要求される電力が供給可能な SOC になったら、負荷 5 及び補機への放電が実現されることになる。

【0041】

つぎに、ステップ S 4 にて二次電池 7 の暖機を必要と判定した後の暖機モードについて説明する。この暖機モードでは、先ずステップ S 11 において、制御部

8により、二次電池7を充電させるか、又は二次電池7を放電させるかのモードを決定する。このとき、制御部8では、ステップS4にて検出した二次電池7のSOCと、予め設定しておいた基準値とを比較し、SOCが基準値よりも高い場合には二次電池7を放電させるモードを行うためにステップS13に処理を進め、SOCが基準値よりも低い場合には二次電池7を充電させるモードを行うためにステップS18に処理を進める。

【0042】

また、以前にステップS13～ステップS17の処理、又はステップS18～ステップS22の処理を行った後の2回目以降のステップS12においては、前回に行った充電又は放電が、それぞれ予め設定された時間継続して行われたか否かにより何れかのモードを決定しても良く、予め設定された時間継続して放電することにより所望の電力が放電できなくなったことをバッテリーセンサ23を利用して検出して充電するモードへと切り替えても良く、更には予め設定された時間継続して充電することにより所望の電力が充電できなくなったことをバッテリーセンサ23を利用して検出して放電するモードへと切り替えても良い。

【0043】

そして、ステップS12においては、制御部8により、ステップS11にて決定したモードが放電モードである場合にはステップS13に処理を進め、ステップS11にて決定したモードが充電モードである場合にはステップS18に処理を進める。

【0044】

放電モードでは、制御部8により、ステップS13においてステップS2と同様に二次電池7の放電可能量を演算し、ステップS14においてステップS7と同様に補機の消費電力を演算し、更にステップS15においてステップS8と同様にコンプレッサ15の消費電力を演算する。

【0045】

次のステップS16においては、制御部8により、燃料電池スタック1の発電電力を演算する。ここで、二次電池7の自己発熱を促すために、コンプレッサ15の消費電力は、燃料電池スタック1の発電よりも優先して二次電池7を放電さ

せて、当該放電電力を基本的に使用し、残りの不足分を燃料電池スタック 1 の発電電力により賄われるようにする。したがって、制御部 8 では、コンプレッサ 15 の消費電力から二次電池 7 の放電可能量を減算して求められた電力を、コンプレッサ 15 により消費させる燃料電池スタック 1 の発電電力とする。

【0046】

また、このステップ S 16 においては、コンプレッサ 15 以外の他の補機や負荷 5、加熱装置 6 に電力供給するために、制御部 8 により、ステップ S 13 にて求めた二次電池 7 の放電可能量と、ステップ S 14 にて求めた補機の消費電力と、ステップ S 15 にて求めたコンプレッサ 15 の消費電力とから、燃料電池スタック 1 の発電電力を算出し、燃料電池スタック 1 の発電量を制御する。

【0047】

なお、燃料電池スタック 1 の発電量を演算する際、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 の発電量の下限值が設定されている場合には、当該下限値を下回らないように発電量を決定しても良い。

【0048】

また、燃料電池スタック 1 の発電量を演算する際、制御部 8 では、温度センサ 22 及びバッテリーセンサ 23 により検出したセンサ値を使用して、燃料電池スタック 1 の昇温速度と、二次電池 7 の昇温速度とを比較して、二次電池 7 の昇温速度の方が速いと判定した場合に、二次電池 7 の放電量を減少させ、当該減少分を燃料電池スタック 1 の発電量の増加分とすることで、燃料電池スタック 1 の損失による昇温を促すようにしても良い。逆に、燃料電池スタック 1 の昇温速度と、二次電池 7 の昇温速度とを比較して、燃料電池スタック 1 の昇温速度の方が速いと判定した場合に、燃料電池スタック 1 の発電量を減少させ、当該減少分を二次電池 7 の放電量の増加分とすることで、二次電池 7 の損失による昇温を促すようにしても良い。

【0049】

そして、制御部 8 では、演算した燃料電池スタック 1 の発電電力を発電するようにコンプレッサ 15 や水素圧力調整弁 12 を制御する。

【0050】

次のステップS17においては、制御部8により、ステップS13にて決定した放電可能量にて二次電池7を放電させると共に、ステップS16にて演算した発電量にて燃料電池スタック1を発電させる制御をして、ステップS1に処理を戻す。このとき、制御部8では、ステップS16にて説明したように、二次電池7の放電電力を主としてコンプレッサ15に供給すると共に、補機や負荷5、加熱装置6に燃料電池スタック1の発電電力を供給するように電力分配部4を制御する。

【0051】

一方、ステップS12にて充電モードと判定された場合には、制御部8により、先ず、ステップS18においてステップS6と同様に二次電池7の充電可能量を演算し、ステップS19においてステップS7と同様に補機の消費電力を演算し、更にステップS20においてステップS8と同様にコンプレッサ15の消費電力を演算する。

【0052】

次のステップS21においては、制御部8により、燃料電池スタック1の発電電力を演算する。このとき、制御部8では、ステップS18～ステップS20にて求めた二次電池7の充電可能量、補機の消費電力及びコンプレッサ15の消費電力を発電するように、燃料電池スタック1の発電電力を演算し、当該発電電力を発電させるようにコンプレッサ15や水素圧力調整弁12を制御する。なお、制御部8は、ステップS1と同様の演算により求められる燃料電池スタック1の発電可能電力を上回らないように、燃料電池スタック1の発電電力の上限値を制限する。

【0053】

次のステップS22においては、制御部8により、燃料電池スタック1にて発電した発電電力のうち、充電可能量を二次電池7に供給し、更に補機及びコンプレッサ15に電力供給するように電力分配部4を制御して、ステップS1に処理を戻す。これにより、燃料電池スタック1の発電電力は、二次電池7に充電され、充電電力の損失により二次電池7の自己発電を促す。

【0054】

このような処理を行うことで、制御部 8 では、ステップ S 4 にて二次電池 7 の暖機が必要でないと判定されるまで充電モード及び放電モードを繰り返し、二次電池 7 の SOC や各モードの継続時間によって、充電モードと放電モードとを切り換えて二次電池 7 の充放電による自己発熱を促すと共に、燃料電池スタック 1 の発電による自己発熱を促す。これにより、制御部 8 では、二次電池 7 及び燃料電池スタック 1 の暖機を促して昇温させる。

【0055】

なお、制御部 8 では、充電モードと放電モードを繰り返す制御の他に、燃料電池スタック 1 の発電電力や二次電池 7 の放電電力の一方又は両方を加熱装置 6 に供給し、加熱装置 6 による発熱により燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 を暖機する制御を併用しても良い。

【0056】

[第 1 暖機制御処理による効果]

以上詳細に説明したように、第 1 暖機制御処理を行う燃料電池システムによれば、システム起動時に、燃料電池スタック 1 の出力電力を補機及び二次電池 7 に供給して二次電池 7 を充電させる動作と、二次電池 7 を放電させて燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 から電力を補機に供給する動作とを繰り返すことにより、燃料電池スタック 1 を発電させて自己発熱により昇温させると共に、二次電池 7 の充放電を繰り返して自己発熱により昇温させることができ、システムの起動時において、負荷 5 の駆動モータに所定の電力を供給するまでの暖機を効果的に行って暖機時間を短時間とすることができる。

【0057】

また、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の暖機と共に二次電池 7 の放電電力を加熱装置 6 に供給することで、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の昇温を更に加速して、更に暖機時間を短縮することができる。

【0058】

更に、この燃料電池システムによれば、二次電池 7 を充電させるに際して、燃料電池スタック 1 の発電電力を、発電可能電力より低くすることにより燃料電池

スタック 1 の発電可能範囲内とすると共に、補機で消費される消費電力と充電可能電力との和の電力よりも低くすることにより消費される電力以上の発電をさせないので、二次電池 7 に充電させる電力を制限して二次電池 7 の過充電を防止し、電力の収支バランスを保って燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の暖機をすることができる。

【0059】

更にまた、この燃料電池システムによれば、二次電池 7 を放電させるに際して、二次電池 7 の昇温速度よりも燃料電池スタック 1 の昇温速度が高い場合には、放電電力を増加させると共に発電電力を減少させ、燃料電池スタック 1 の昇温速度よりも二次電池 7 の昇温速度が高い場合には、発電電力を増加させると共に放電電力を減少させるので、燃料電池スタック 1 と二次電池 7 の昇温速度のバランスを考慮して暖機することができ、負荷 5 への電力供給開始を短時間とすることが可能となる。

【0060】

[第 2 暖機制御処理]

つぎに、上述した第 1 暖機制御処理と同様に、燃料電池スタック 1 の発電電力を制御すると共に二次電池 7 を充放電制御して、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の自己発熱を促して暖機する第 2 暖機制御処理について図 4 のフローチャートを参照して説明する。

【0061】

この第 2 暖機制御処理では、燃料電池システムの起動時において、ステップ S 4 2 の通常運転モードに移行するまで、例えば所定期間ごとにステップ S 3 1 の判定が行われる。そして、ステップ S 3 1 ～ステップ S 4 1 の処理を繰り返し実行することにより、燃料電池スタック 1 の発電及び二次電池 7 の充放電を制御する。

【0062】

先ず、ステップ S 3 1 において、制御部 8 により、温度センサ 2 2 からのセンサ信号を読み込んで燃料電池スタック 1 の温度を検出し、当該燃料電池スタック 1 の温度が所定温度以上か否かを判定する。なお、このステップ S 3 1 では、温

度センサ 22 のセンサ信号のみならず、図示しない外気温センサが設けられている場合には外気温を検出しても良い。

【0063】

制御部 8 では、燃料電池スタック 1 の温度が所定温度以上であると判定した場合には、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の暖機の必要がないので、ステップ S 42 に処理を進めて通常運転モードに移行して処理を終了し、燃料電池スタック 1 の温度が所定温度よりも低いと判定した場合には、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 の暖機の必要があるので、ステップ S 32 に処理を進める。

【0064】

ステップ S 32 においては、制御部 8 により、バッテリーセンサ 23 からのセンサ信号を読み込み、二次電池 7 の状態として、二次電池 7 の温度及び SOC を検出する。

【0065】

次のステップ S 33 においては、制御部 8 により、ステップ S 32 にて検出した二次電池 7 の温度及び SOC から、二次電池 7 の充電可能電力及び放電可能電力を演算する。

【0066】

次のステップ S 34 においては、制御部 8 により、起動用補機消費電力基本値を演算する。この起動用補機消費電力基本値は、ステップ S 33 にて求めた二次電池 7 の充電可能電力を燃料電池スタック 1 から取り出すために必要とされる補機の消費電力であり、例えば充電可能電力に対する補機の消費電力値を記述したマップデータを用いて求められる。

【0067】

次のステップ S 35 においては、制御部 8 により、ステップ S 34 にて演算した起動用補機消費電力基本値よりも補機の消費電力を増加させた起動用補機消費電力補正值を演算する。

【0068】

次のステップ S 36 においては、制御部 8 により、ステップ S 33 にて演算された二次電池 7 の充放電可能電力と、ステップ S 35 にて演算された起動用補機

消費電力補正值とから、燃料電池スタック 1 から取り出す電力の出力電力最大値、当該出力電力最大値を継続して取り出すための最大電力取出し継続時間 t_1 、及び最大電力取出し間隔 t_2 を演算する。

【0069】

次のステップ S 3 7 においては、制御部 8 により、電力分配部 4 の動作状態を検出することで、以前の第 2 暖機制御処理によって燃料電池スタック 1 から最大電力を取り出している時間を検出し、当該検出した時間と、ステップ S 3 6 にて演算された最大電力取出し継続時間 t_1 とを比較する。そして、制御部 8 では、検出した時間が最大電力取出し継続時間 t_1 より短い場合にはステップ S 3 8 に処理を進め、検出した時間が最大電力取出し継続時間 t_1 より長い場合にはステップ S 3 9 に処理を進める。

【0070】

ステップ S 3 8 においては、制御部 8 により、ステップ S 3 6 にて求めた最大電圧値を燃料電池スタック 1 から取り出すようにコンプレッサ 1 5 や水素圧力調整弁 1 2 の制御を継続する。これにより、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 からの発電電力のうちステップ S 3 3 にて求めた充電可能電力を二次電池 7 に充電させるように電力分配部 4 を制御して、処理を終了する。

【0071】

そして、次の第 2 暖機制御処理では、図示しない制御部 8 内のタイマを使用し、ステップ S 3 6 にて演算した最大電力取出し継続時間 t_1 が経過するまで最大電力で燃料電池スタック 1 を発電させるようにステップ S 3 1 ～ステップ S 3 8 の処理を繰り返し、最大電力取出し継続時間 t_1 が経過したら最大電力取出し間隔 t_2 の計時を開始して、ステップ S 3 9 に処理を進めることになる。

【0072】

ステップ S 3 9 においては、制御部 8 により、以前の第 2 暖機制御処理にて最大電力から燃料電池スタック 1 の発電量を低下させてからの時間が最大電力取出し間隔 t_2 よりも短いかな否かを判定し、短いと判定した場合にはステップ S 4 0 に処理を進め、短くないと判定した場合にはステップ S 4 1 に処理を進める。

【0073】

ステップ S 4 0 においては、制御部 8 により、燃料電池スタック 1 の出力電力を、起動用補機消費電力補正值以下に低下させ、二次電池 7 からステップ S 3 3 にて求めた放電可能電力を放電させるように電力分配部 4 を制御して、補機類やコンプレッサ 1 5 に電力供給する。

【0074】

ステップ S 4 2 においては、制御部 8 により、ステップ S 3 6 にて求めた燃料電池スタック 1 の最大電力を発電させる制御を開始することで、二次電池 7 に充電をする制御を開始する。

【0075】

「燃料電池システムの作動状態」

つぎに、上述した第 2 暖機制御処理を行っているときにおける燃料電池システムの作動状態について説明する。なお、以下に説明する充電時及び放電時の制御は、上述の第 1 暖機制御処理に適用しても良く、以下に説明する同様の効果を得ることができる。

【0076】

第 2 暖機制御処理を行っているときにおいて、燃料電池システムは、図 5 に示すように、燃料電池スタック 1 の取り出し電力を最大電力取出し継続時間 t_1 、最大電力取出し間隔 t_2 を繰り返してパルス状に変化させ（図 5 (a)）、この燃料電池スタック 1 の取り出し電力の変化に応じて二次電池 7 の充放電を変化させる（図 5 (b)）。すなわち、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 から出力電力最大値を取り出している最大電力取出し継続時間 t_1 には、この取り出した電力を二次電池 7 に充電させるように電力分配部 4 を制御し、燃料電池スタック 1 から取り出す電力を低下させた最大電力取出し間隔 t_2 には、二次電池 7 を放電させるように電力分配部 4 を制御する。このように二次電池 7 を作動させることにより、図 5 (c) に示すように、二次電池 7 は、充放電による損失により自己発熱して次第に温度が高くなる。

【0077】

このとき、制御部 8 では、二次電池 7 の充電時には、図 6 (a) に示すように、二次電池 7 の充電可能電力と起動用補機消費電力との和である出力電力最大値

を燃料電池スタック 1 から取り出す制御をする。このとき、二次電池 7 では、図 7 に示すように、燃料電池スタック 1 の出力電力最大値から起動用補機消費電力分を減算した余剰電力分が充電可能電力 P_{imax} となって、充電される。

【0078】

一方、制御部 8 では、二次電池 7 の放電時には、図 6 (b) に示すように、起動用補機消費電力から二次電池 7 の放電可能電力を減算した出力電力最小値を燃料電池スタック 1 から取り出す制御をする。このとき、二次電池 7 では、図 7 に示すように、起動用補機消費電力から燃料電池スタック 1 の出力電力最小値を減算した電力が充電可能電力 P_{omax} となって、放電される。

【0079】

そして、第 2 暖機制御処理を繰り返し行うことにより、二次電池 7 が昇温すると、図 5 に示すように、時刻 t_{11} でステップ S 3 2 にて検出する二次電池 7 の温度が高くなり (図 5 (c))、ステップ S 3 3 ~ ステップ S 3 6 で二次電池 7 の充放電可能電力及び燃料電池スタック 1 の出力電力最大値を高くする (図 5 (a)、(b))。これにより、時刻 t_{11} 以前と比較して、時刻 t_{11} ~ 時刻 t_{12} においては、起動用補機消費電力及び燃料電池スタック 1 の出力電圧最大値を高くすることにより、二次電池 7 の放充電電力を高くして、二次電池 7 の昇温傾きを高くする。

【0080】

次に時刻 t_{12} 以降においては、時刻 t_{11} ~ 時刻 t_{12} での燃料電池スタック 1 の出力電力最大値及び二次電池 7 の充放電可能電力を更に高くし、燃料電池スタック 1 の温度が所定温度以上となることにより、時刻 t_{13} 以降で通常運転モードに移行することになる。

【0081】

このように二次電池 7 の充放電を制御しているとき、制御部 8 では、ステップ S 3 4 において起動用補機消費電力基本値を、二次電池 7 の放電可能電力と、透過ガスの酸化熱による膜劣化防止、あるいは水素循環系の成立性等から決まる燃料電池スタック 1 の最低出力電力との和以下に制御しながら、ステップ S 3 5 において起動用補機消費電力を通常より高い値の起動用補機消費電力補正值に設定

する。

【0082】

この起動用補機消費電力補正值を設定するとき、制御部 8 は、燃料電池スタック 1 に供給する空気圧力の目標値を高くするようにコンプレッサ 15 を制御することで、コンプレッサ 15 の消費電力を増加させて、起動用補機消費電力補正值を起動用補機消費電力基本値よりも高い値とする。すなわち、制御部 8 は、図 8 に示すように、通常制御時における燃料電池スタック 1 の出力電圧最大値中のコンプレッサ 15 の消費電力分に対し、第 2 暖機制御処理ではコンプレッサ 15 の消費電力を増加させることにより、起動用補機消費電力補正值を設定する。ここで、コンプレッサ 15 の消費電力を増加させるときには、燃料電池システムにおける各種流体の圧力バランスを考慮して、予め燃料電池スタック 1 のドライアウトや、水素極 1 a と空気極 1 b との差圧による膜の劣化に対して、影響の小さいコンプレッサ 15 の運転条件を設定しておく必要がある。

【0083】

また、コンプレッサ 15 の消費電力を増加させる場合のみならず、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 を通過した冷却水をラジエータ 18 側に流通させないように三方弁 17 を制御する条件下において、冷却水がバイパスされているラジエータ 18 のラジエータ冷却ファン 19 を運転させることにより消費電力の増加を実現しても良い。

【0084】

このように起動用補機消費電力基本値に対して増加させた起動用補機消費電力補正值を設定して、ステップ S 36 にて燃料電池スタック 1 の出力電圧最大値を設定することにより、図 6 (a) に示すように、燃料電池スタック 1 の出力電力最大値が起動用補機消費電力と二次電池 7 の充電可能電力との和となっているため、起動用補機消費電力が高い程、より出力電流値が高い領域で燃料電池スタック 1 を運転させることになる。このため、起動用補機消費電力を増加させない場合と比較して、燃料電池スタック 1 の発熱量が大きくなり、燃料電池スタック 1 の暖機を促進することができる。

【0085】

このように起動用補機消費電力補正值を設定した後に演算される燃料電池スタック 1 の最大電力取出し継続時間 t_1 は、図 9 に示すように、二次電池 7 の SOC が目標上限 SOC まで達する時間であり、最大電力取出し間隔 t_2 は、目標上限 SOC から目標下限 SOC に達するまでの時間である。したがって、制御部 8 では、ステップ S 36 において、最終的に二次電池 7 の充放電電力量が釣り合うように最大電力取出し継続時間 t_1 及び最大電力取出し間隔 t_2 を設定する。また、制御部 8 では、図 9 に示すように、二次電池 7 の SOC が目標 SOC 上限値と目標 SOC 下限値との間で変化するように、燃料電池スタック 1 の出力電力を制限することになる。

【0086】

すなわち、制御部 8 は、図 7 において、充電可能電力 P_{imax} の充電を最大電力取出し継続時間 t_1 の間継続したときの充電電力 ($P_{imax} \times t_1$) と、放電可能電力 P_{omax} の放電を最大電力取出し間隔 t_2 の間継続したときの放電電力 ($P_{omax} \times t_2$) とを等しくするように、最大電力取出し継続時間 t_1 及び最大電力取出し間隔 t_2 を設定する。

【0087】

ここで、二次電池 7 の特性は、図 10 に示すように、SOC が増加するに従って、充電可能電力が減少し、放電可能電力が増加する。そのため、例えば目標 SOC 上限値と目標 SOC 下限値との中間値である目標 SOC を高い値に設定すると、充電可能電力が減少し、燃料電池スタック 1 の出力電圧最大値も低下してしまう。逆に、目標 SOC を低い値に設定すると放電可能電力が減少して、目標 SOC 上限値から目標 SOC 下限値に達するまでの時間である最大電力取出し間隔 t_2 が増加して、暖機時間が長くなる恐れがある。したがって、制御部 8 では、図 10 に示すように、充電可能電力及び放電可能電力が共に十分に高く、燃料電池スタック 1 からの出力電力の増減を大きくすることが可能な動作点付近に目標 SOC を設定する。

【0088】

更に、制御部 8 は、目標 SOC 上限値と目標 SOC 下限値との差を大きくし過ぎないように目標 SOC 上限値及び目標 SOC 下限値を設定することで、可能な

限り最大電力取出し継続時間 t_1 及び最大電力取出し間隔 t_2 を短くする。これにより、充電可能電力が低下することによる燃料電池スタック 1 の発電電力の低下を抑制し、放電可能電力が低下して最大電力取出し間隔 t_2 が長くなって暖機時間が長くなることを抑制する。

【0089】

更にまた、制御部 8 では、目標 SOC での運転が可能となるように、第 2 暖機制御処理を開始した直後の SOC に応じて、最大電力取出し継続時間 t_1 及び最大電力取出し間隔 t_2 を調整する。すなわち、目標 SOC が第 2 暖機制御処理を開始した直後の SOC よりも高い場合には、制御部 8 は、最大電力取出し継続時間 t_1 を増加させて SOC を増加させ、目標 SOC が第 2 暖機制御処理を開始した直後の SOC よりも低い場合には、最大電力取出し間隔 t_2 を増加させて SOC を減少させる。

【0090】

更にまた、制御部 8 では、ステップ S 36 にて演算した出力電力最大値で発電を制御して、二次電池 7 の SOC が目標 SOC の上限値となる最大電力取出し継続時間 t_1 に達すると、最大電力取出し間隔 t_2 の計時を開始して、ステップ S 40 にて燃料電池スタック 1 の出力電力を起動用補機消費電力補正值以下に低下させる。

【0091】

このとき、制御部 8 では、二次電池 7 の放電可能電力が起動用補機消費電力補正值以下であれば、二次電池 7 からは放電可能電力で電力取出しを行い、燃料電池スタック 1 の出力電力を、起動用補機消費電力と放電可能電力との差である出力電力最小値を下回らないように制限する。また、二次電池 7 の放電可能電力が起動用補機消費電力補正值以上であれば、燃料電池スタック 1 の電力取り出しを停止又は最低出力電力に制限する。ここで、放電可能電力が起動用補機消費電力補正值以上であるとき、制御部 8 では、燃料電池スタック 1 から最低出力電力を発電できるように、放熱可能電力を制限することが望ましい。

【0092】

このように燃料電池スタック 1 の出力電力を低下させて最大電力取出し間隔 t

2が経過した後のステップS41において、制御部8では、再び燃料電池スタック1の出力電力最大値で発電させる。このように、制御部8では、燃料電池スタック1の出力電力をパルス的に取り出すことを繰り返し、発電時の自己発熱により燃料電池スタック1を昇温させると共に、同時に図7に示すように二次電池7を充放電可能電力内で断続的に充放電を繰り返して、二次電池7を昇温させる。

【0093】

また、二次電池7の温度が上昇するに従って充電可能電力は増加するので、制御部8では、充電可能電力分を燃料電池スタック1に発電させるのに必要な起動用補機消費電力も増加する。その結果、制御部8では、燃料電池スタック1からの発電量を高く設定することで、燃料電池スタック1の発熱量を増加させて更に暖機を促進する。

【0094】

[第2暖機制御処理による効果]

以上詳細に説明したように、第2暖機制御処理を行う燃料電池システムによれば、システム起動時に、燃料電池スタック1の出力電力をパルス状に変化させて暖機を行う場合であっても、図9に示すように二次電池7の充電状態(SOC)に応じて燃料電池スタック1の出力電力を制限するので、二次電池7を過充電及び過放電させることなく、燃料電池スタック1及び二次電池7の暖機を行うことができる。

【0095】

また、この燃料電池システムによれば、二次電池7を放電させるとき、燃料電池スタック1の出力電力最小値を起動用補機消費電力と放電可能電力との電力差よりも高く制限し、放電可能電力が起動用補機消費電力よりも高い場合には燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止するので、燃料電池スタック1の出力電力をパルス状に変化させても、燃料電池スタック1の出力電力最小値を制限することで、二次電池7の過放電を防止することができる。

【0096】

更に、この燃料電池システムによれば、放電可能電力が起動用補機消費電力よりも高い場合には、二次電池7の放電電力を制限するので、無負荷状態での透過

ガスの酸化熱による電解質膜劣化防止、あるいは水素循環系の成立性から要求される最低発電電力よりも燃料電池スタック 1 の出力電力が低くならないようにして、燃料電池スタック 1 の運転を停止させないようにすることができ、速やかに高電流密度の発電に移行できる。

【0097】

更にまた、この燃料電池システムによれば、充電可能電力及び放電可能電力が十分に高い状態となる目標 SOC を設定して、燃料電池スタック 1 の出力電力の増減を大きくするので、充電可能電力の低下による燃料電池スタック 1 の出力電力最大値の低下や、放電可能電力の低下による最大電力取出し間隔 t_2 の長時間化を抑制し、更に短時間で暖機を行うことができる。

【0098】

更にまた、この燃料電池システムによれば、二次電池 7 の SOC が目標 SOC の上限値となったら、燃料電池スタック 1 の発電電力を起動用補機消費電力と放電可能電力との電力差よりも高い範囲で減少させ、放電可能電力が起動用補機消費電力よりも高い場合には最低発電電力を燃料電池スタック 1 から取り出すので、燃料電池スタック 1 を停止させない場合であっても二次電池 7 の過充電を防止することができる。

【0099】

更にまた、この燃料電池システムによれば、二次電池の SOC が目標 SOC の下限値となったら、燃料電池スタック 1 の発電電力を、起動用補機消費電力と充電可能電力との和の電力よりも低い範囲で増加させるので、二次電池 7 の過放電を防止することができる。

【0100】

更にまた、この燃料電池システムによれば、二次電池 7 の目標 SOC の上限値及び下限値によって二次電池 7 の充放電を行うので、短期間での二次電池 7 の暖機を促進することができる。

【0101】

更にまた、この燃料電池システムによれば、起動用補機消費電力を、燃料電池スタック 1 を発電させるのに最低限必要となる消費電力より高くするので、燃料

電池スタック 1 の出力電力最大値を通常運転モード時より高く設定することで燃料電池スタック 1 の発電量を増加させることができ、燃料電池スタック 1 の発熱量を増加させることができる。

【0102】

更にまた、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック 1 に供給する酸化剤ガスの圧力及び流量を増加させるように酸化剤ガス供給手段の消費電力を増加させて、起動用補機消費電力を増加させるので、燃料電池スタック 1 で余剰な電力を発生させた場合であっても、当該余剰な電力の消費のために例えば抵抗器等の新たな構成を追加する必要なく、燃料電池スタック 1 の暖機時間を短時間とすることができる。

【0103】

更にまた、この燃料電池システムによれば、ラジエータ冷却ファン 19 の消費電力を増加させて、起動用補機消費電力を増加させるので、燃料電池スタック 1 で余剰な電力を発生させた場合であっても、当該余剰な電力の消費のために例えば抵抗器等の新たな構成を追加する必要なく、燃料電池スタック 1 の暖機時間を短時間とすることができる。

【0104】

更にまた、この燃料電池システムによれば、起動用補機消費電力を増加させるに際して、起動用補機消費電力を、二次電池 7 の放電可能電力と燃料電池スタック 1 の発電電力との和より低くするので、起動用補機消費電力を増加させることにより電力不足になることなく、二次電池 7 の過放電を防止することができる。

【0105】

なお、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用した燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明を適用した燃料電池システムの具体的な構成を示すブロック図である。

【図 3】

本発明を適用した燃料電池システムの第 1 暖機制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】

本発明を適用した燃料電池システムの第 2 暖機制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 5】

本発明を適用した燃料電池システムの第 2 暖機制御処理を行っているときにおける燃料電池スタック及び二次電池の状態を示す図であって、(a) は燃料電池スタックの取り出し電力の変化を示し、(b) は二次電池の充放電電力の変化を示し、(c) は二次電池の温度変化を示す。

【図 6】

本発明を適用した燃料電池システムの第 2 暖機制御処理において、(a) は燃料電池スタックの出力電力最小値を説明するための図であり、(b) 燃料電池スタックの出力電力最大値を説明するための図である。

【図 7】

本発明を適用した燃料電池システムの第 2 暖機制御処理において、二次電池の充電可能電力及び放電可能電力について説明するための図である。

【図 8】

本発明を適用した燃料電池システムの第 2 暖機制御処理において、起動用補機消費電力補正值について説明するための図である。

【図 9】

本発明を適用した燃料電池システムの第 2 暖機制御処理において、二次電池の充電状態 (SOC) の変化を示す図である。

【図 10】

二次電池の SOC と、二次電池の充電可能電力及び放電可能電力との関係を示す図である。

【図 11】

二次電池のSOC及び二次電池の充電可能電力の変化を示す図である。

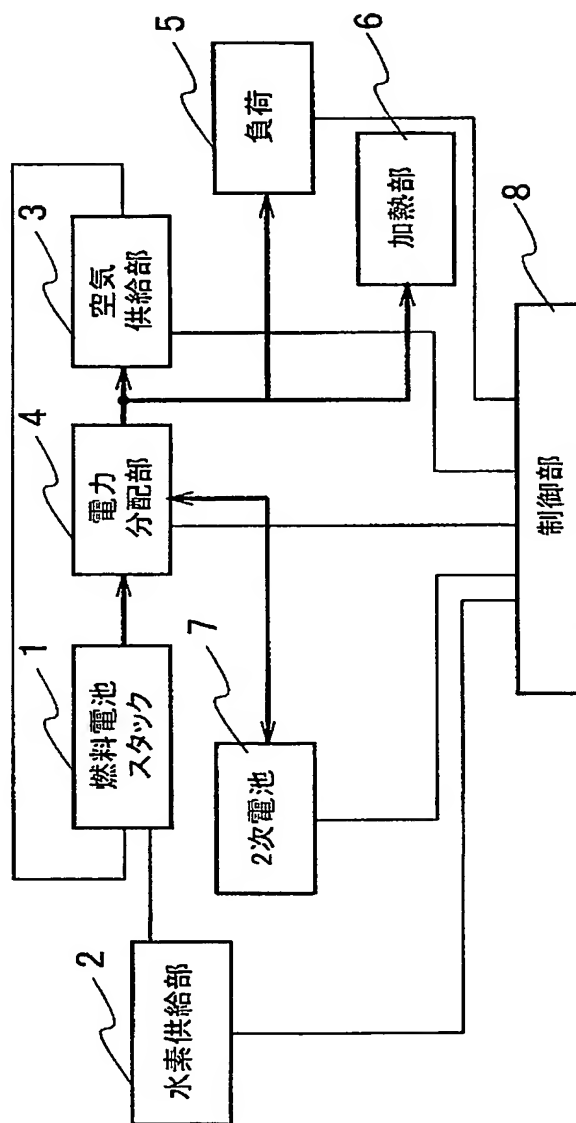
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 水素供給部
- 3 空気供給部
- 4 電力分配部
- 5 負荷
- 6 加熱装置
- 7 二次電池
- 8 制御部
- 11 水素タンク
- 12 水素圧力調整弁
- 13 イジェクタ
- 14 アクチュエータ
- 15 コンプレッサ
- 16 冷却水供給ポンプ
- 17 三方弁
- 18 ラジエータ
- 19 ラジエータ冷却ファン
- 20 電流センサ
- 21 電圧センサ
- 22 温度センサ
- 23 二次電池7センサ
- L1 水素供給管
- L2 水素循環管
- L3 空気供給管
- L4 冷却水用配管

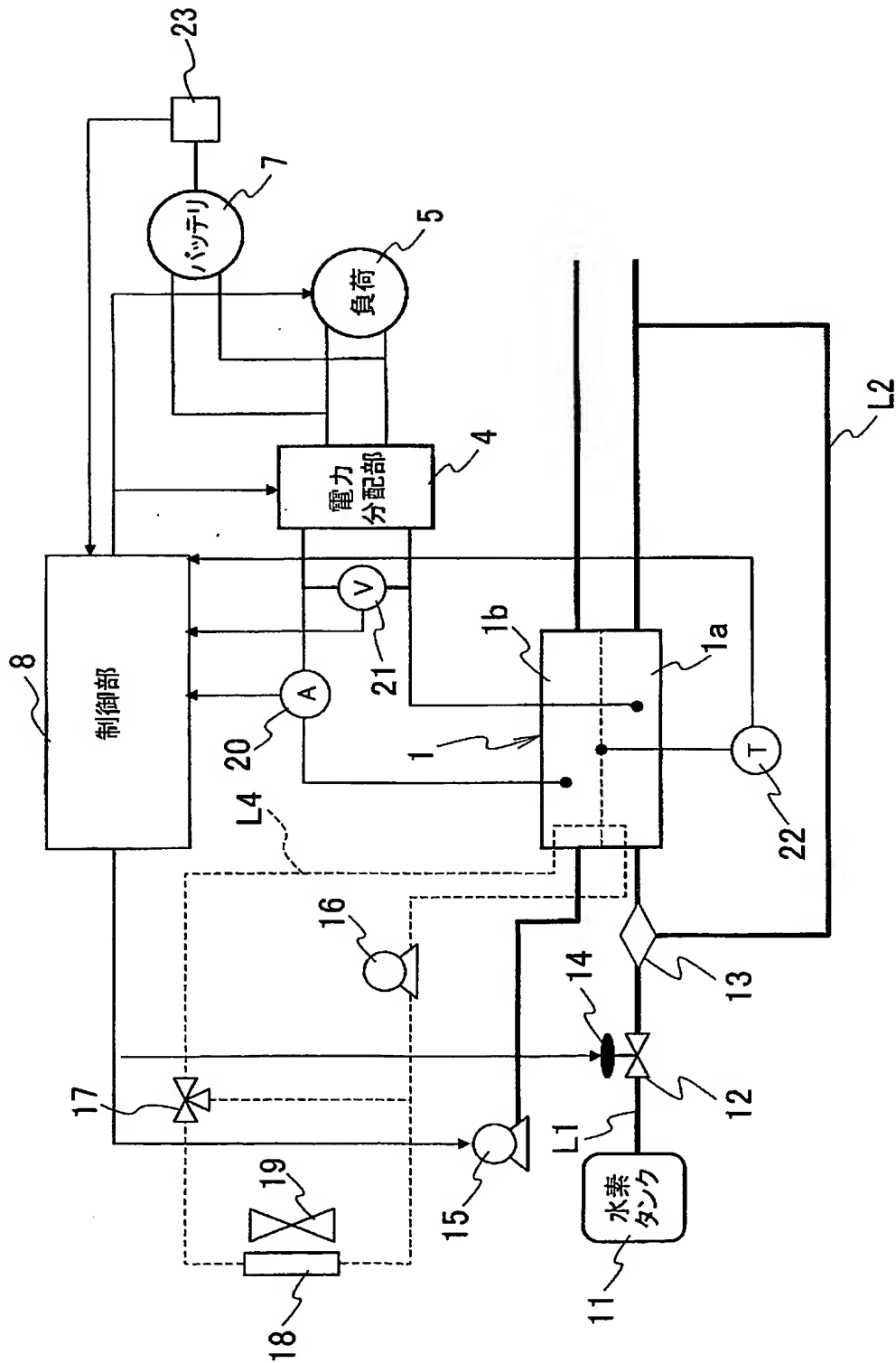
【書類名】

図面

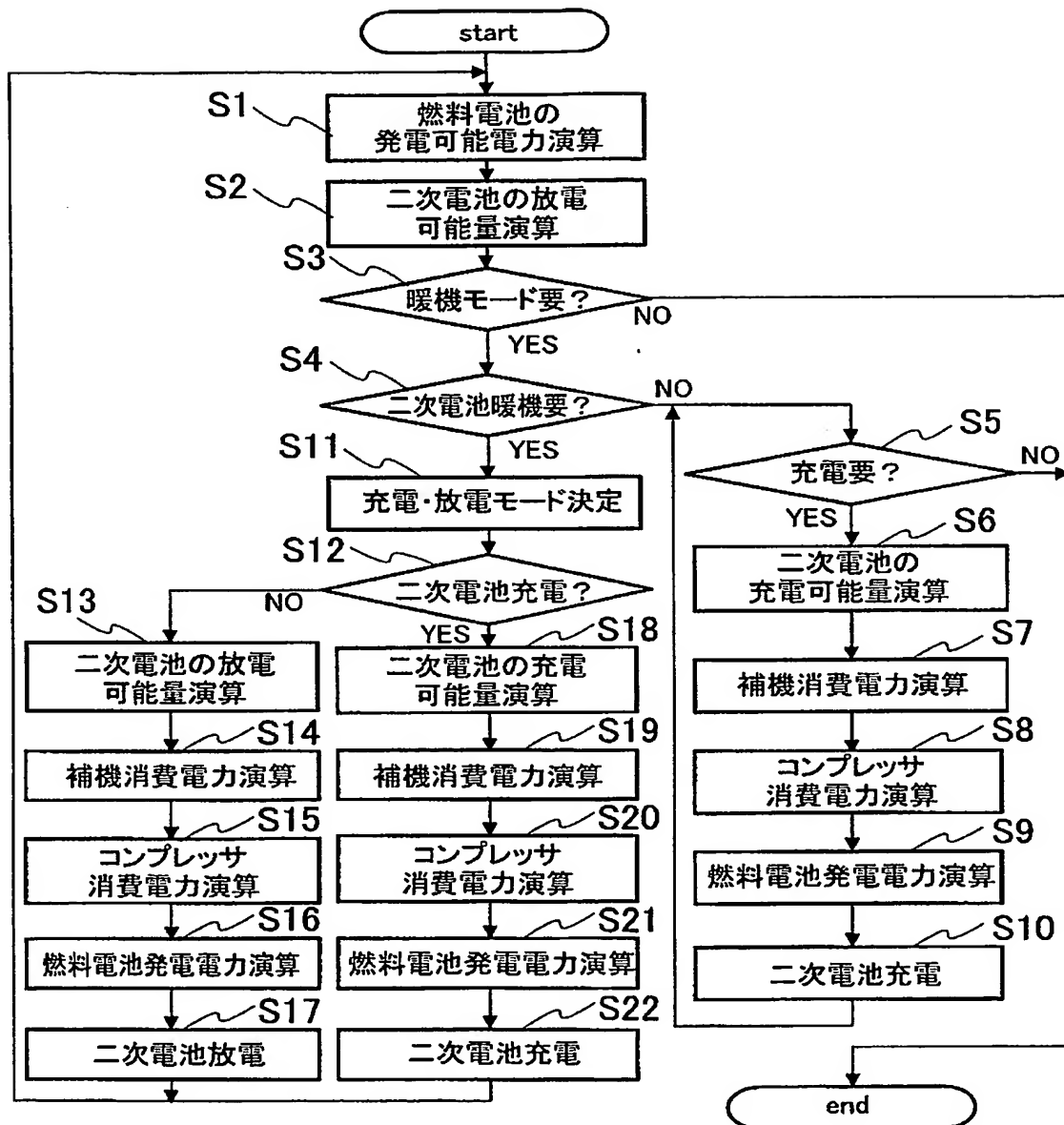
【図 1】



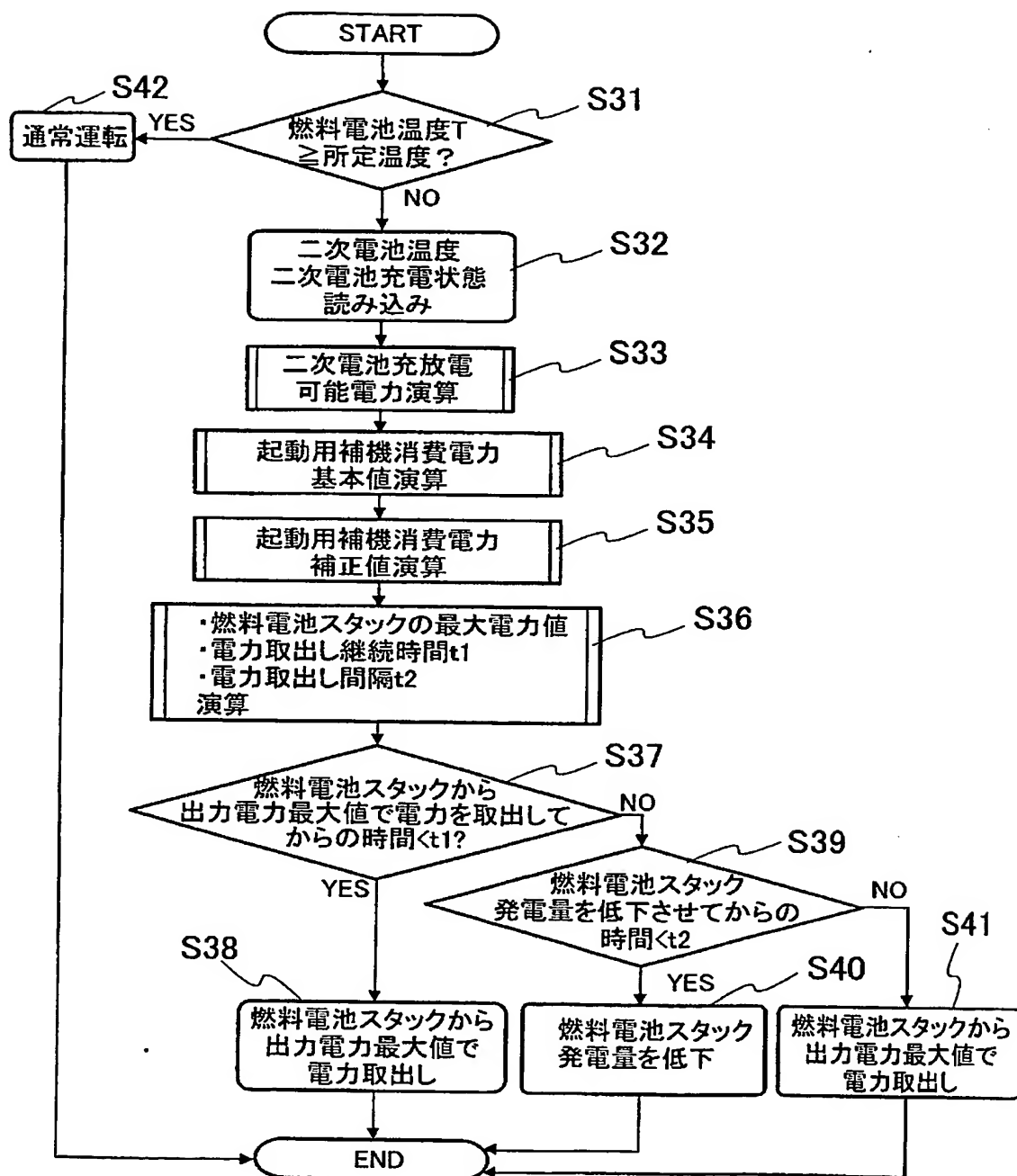
【図2】



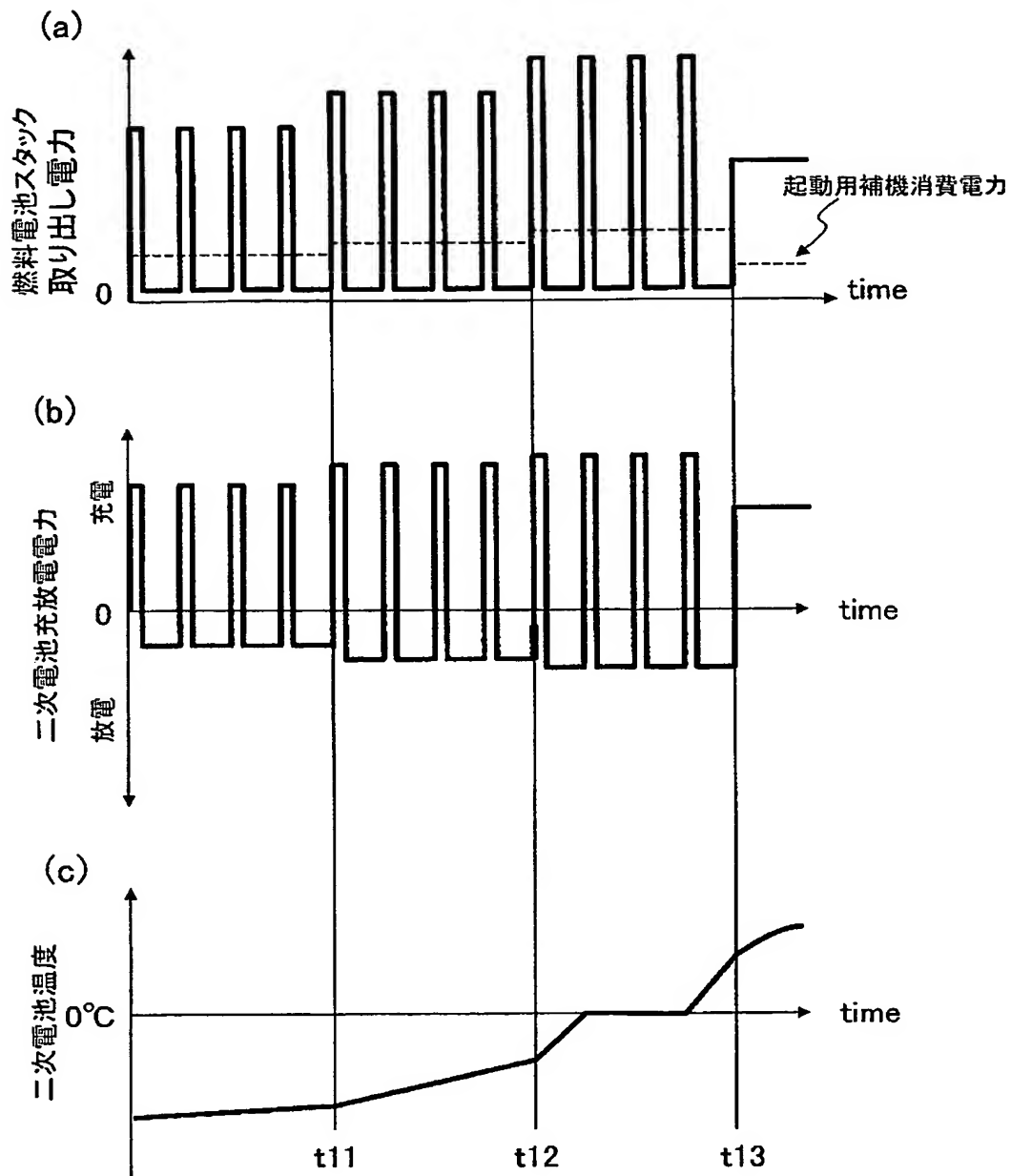
【図 3】



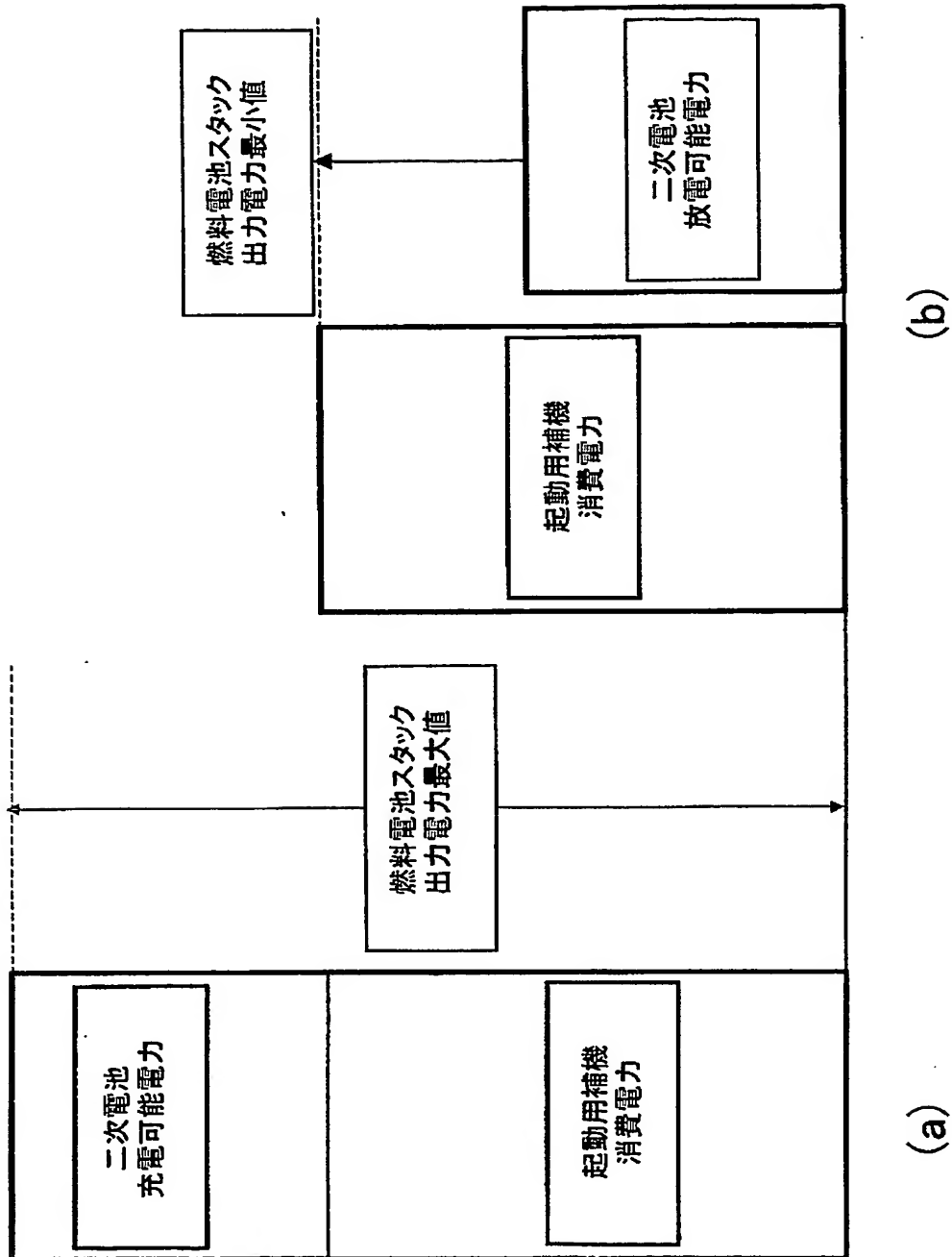
【図 4】



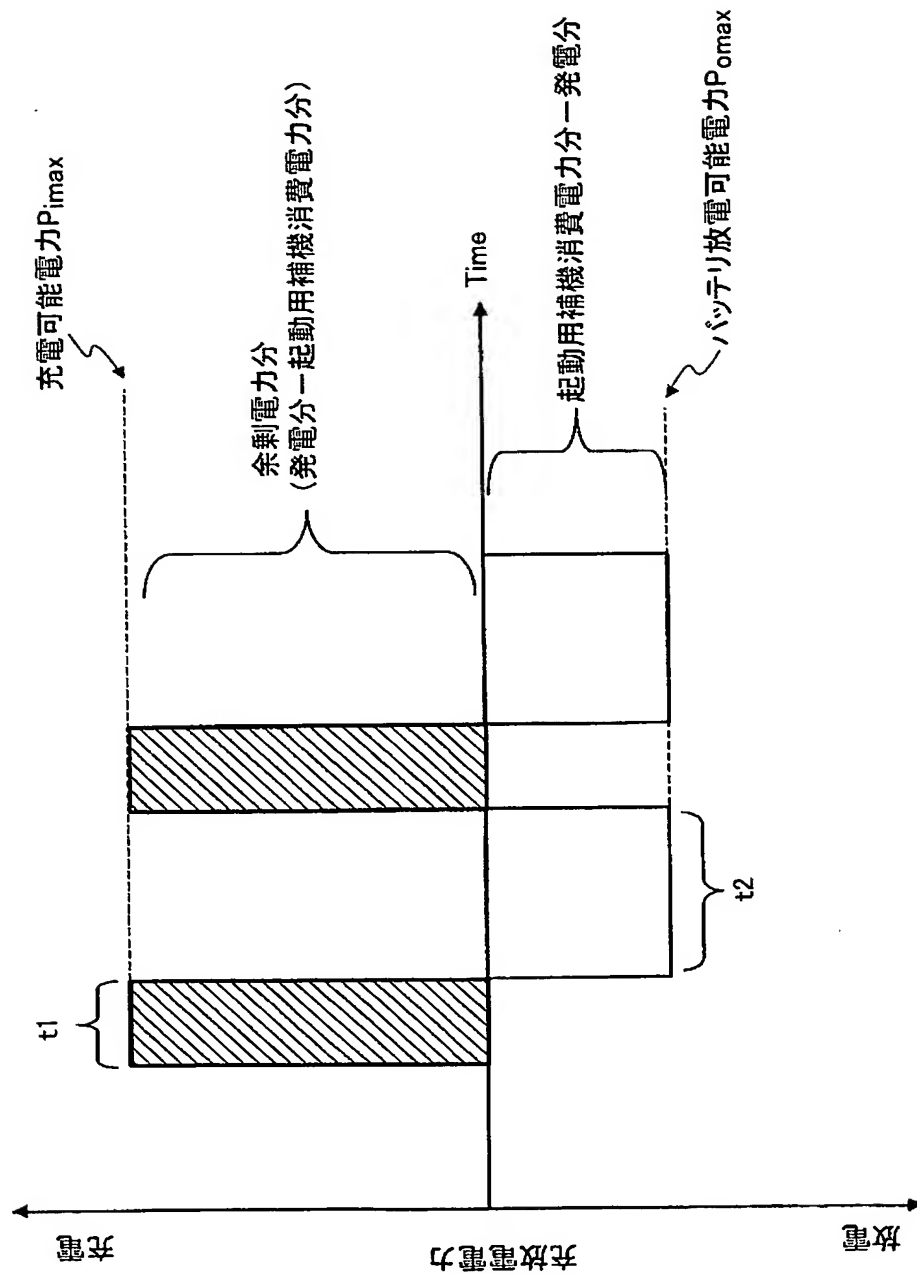
【図 5】



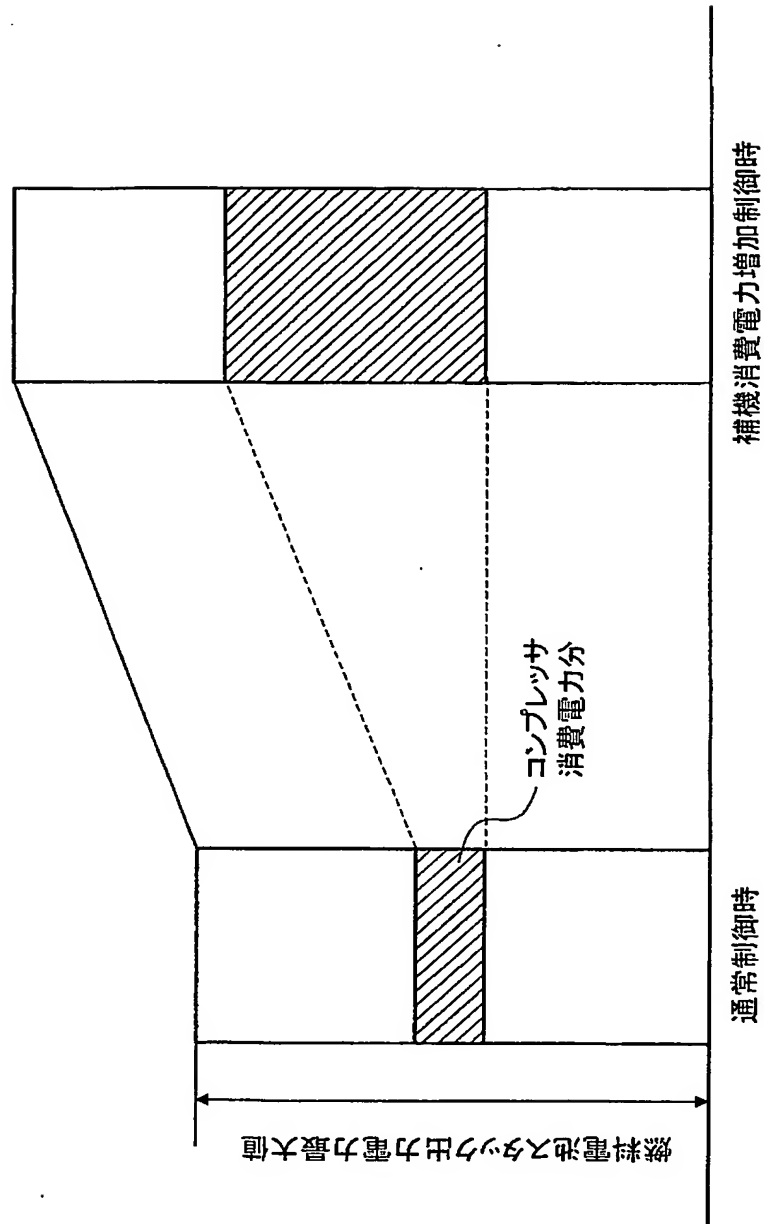
【図 6】



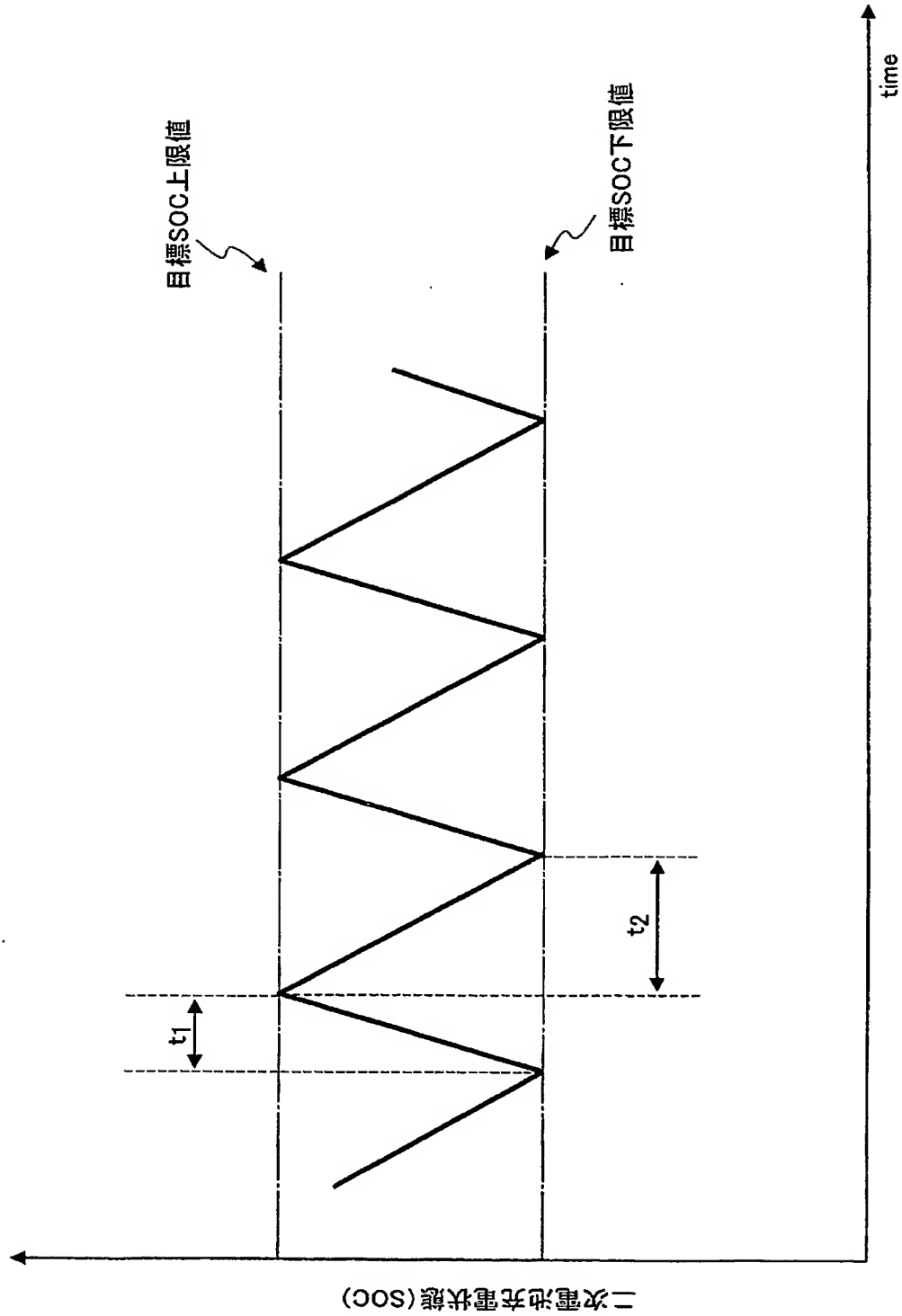
【図 7】



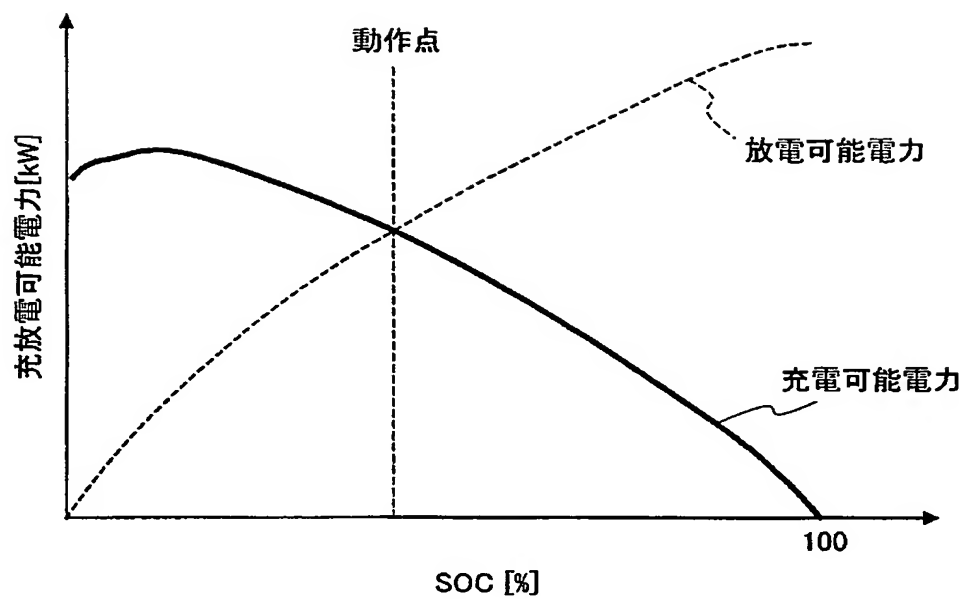
【図 8】



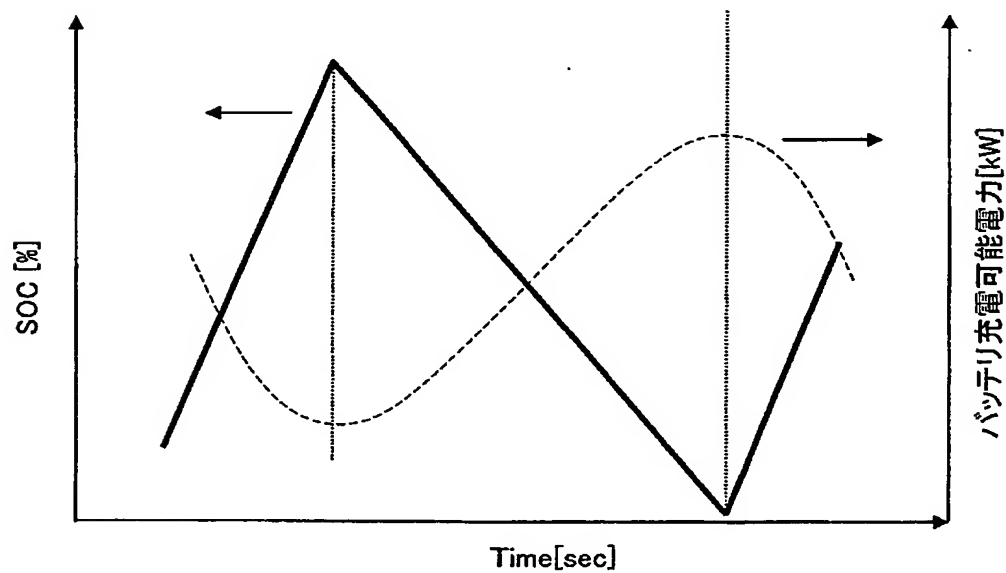
【図 9】



【図 1-0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 システムの起動時において、システムを効率的に暖機して暖機時間を短時間とする。

【解決手段】 システムの起動時に、燃料電池 1 の発電可能電力、補機で消費される消費電力、及び二次電池 7 の充電可能電力及び放電可能電力を演算し、制御部 8 により、燃料電池 1 の発電電力を、補機及び二次電池 7 に供給するように電力分配部 4 を制御する処理と、燃料電池 1 の発電電力及び二次電池 7 の放電電力を、補機に供給するように電力分配部 4 を制御する処理とを繰り返して、燃料電池 1 及び二次電池 7 を暖機させる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 0 6 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社